

SAH  
#2  
9.25.01

Jc872 U.S. PTO  
09/910854  
07/24/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Isao NAKATANI et al.

Serial No. ~~NEW~~

09/910854

Attn: Application Branch

Filed July 24, 2001

Attorney Docket No. 2001 1048A

MASKING MATERIAL FOR DRY ETCHING

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,  
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-224248, filed July 25, 2000, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Isao NAKATANI et al.

By

*Michael R. Davis*

Michael R. Davis

Registration No. 25,134

Attorney for Applicants

MRD/ah  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
July 24, 2001

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc872 U.S. PTO  
09/910854  
07/24/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-224248

出 願 人

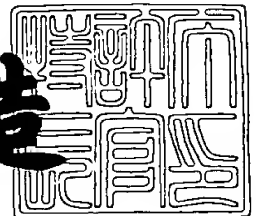
Applicant(s):

文部科学省金属材料技術研究所長  
科学技術振興事業団  
アネルバ株式会社

2001年 4月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3033658

【書類名】 特許願

【整理番号】 1671P2000

【提出日】 平成12年 7月25日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C23F 4/00

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学技術庁金属材料技術研究所内

    【氏名】 中谷 功

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

    【氏名】 真下 公子

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

    【氏名】 松井 尚子

【特許出願人】

    【識別番号】 390002901

    【氏名又は名称】 科学技術庁金属材料技術研究所長

【特許出願人】

    【識別番号】 396020800

    【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【特許出願人】

    【識別番号】 000227294

    【氏名又は名称】 アネルバ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100059281

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴木 正次

    【電話番号】 03-3353-3407

【連絡先】 FAX 03-3359-8340

【選任した代理人】

【識別番号】 100108947

【弁理士】

【氏名又は名称】 涌井 謙一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011589

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0009707

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ドライエッチング用マスク材

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとして使用し磁性材料をドライエッチングする際のマスク用材料において、当該材料が窒化物あるいは炭化物に変化したときに融点又は沸点が上昇する金属からなることを特徴とするドライエッチング用マスク材。

【請求項2】 金属をタンタルとしたことを特徴とする請求項1記載のドライエッチング用マスク材。

【請求項3】 金属をタングステン、ジルコニウム、ハフニウムのいずれかとしたことを特徴とする請求項1記載のドライエッチング用マスク材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はNi、Fe、Co等の磁性材料をエッチングする工程において使用するエッチング用マスク材に関するものであり、更に詳しくは、磁気ディスクへの書き込みに使用される磁気ヘッド、集積化磁気メモリー等の製造に有用な、ドライエッチング用の新しいマスク材に関し、特にGMR（巨大磁気抵抗）や、TMR（トンネリング磁気抵抗）といった磁気抵抗素子を構成する磁性多層薄膜のドライエッチングによる微細加工に用いられるマスク材に関する。

【0002】

【従来の技術】

DRAM並みの集積密度でSRAM並みの高速性を持ち、かつ無制限に書き換え可能なメモリとして注目されている集積化磁気メモリであるMRAM（magnetic random access memory）及び磁気ヘッドには、主に数nm程度の非磁性又は磁性薄膜の積層で構成されているTMR（tunneling magnetoresistive）膜が使用されている。

【0003】

このTMR膜を構成するNiFeやCoFeのように数nm程度の薄い磁性膜

の微細加工に適したドライエッチング用のマスク材についての提案はこれまで少なかった。

#### 【0004】

ドライエッチング用のマスクとして、特開平11-92971号には、一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスを用いたプラズマによる反応性イオンエッチング用マスクとして、チタン、マグネシウム、アルミニウム、ゲルマニウム、白金、パラジウム及びこれらのそれぞれを、もしくは2種以上を主成分とする合金あるいは化合物のうちの少なくとも1種以上で構成されるマスクが提案されている。しかし、特開平11-92971号では、エッチング特性として重要な選択比について言及されておらず、又、TMR素子等の全体の生産工程を視野に入れた最適なマスク材の検討はなされていなかった。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、TMR膜を構成するNiFeやCoFeのように数nm程度の薄い磁性膜の微細加工に適したドライエッチング用のマスク材、更に、このようなマスク材であって、なおかつ、TMR素子の生産工程の簡略化、設備、材料に関わる製造コストの低減を図ることのできるドライエッチング用のマスク材を提案することを目的としている。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

今日広く半導体製造工程の微細加工の手段として用いられているRIE（リアクティブイオンエッチング）と呼ばれるドライエッチングの一手法は、エッチングガスのプラズマ中に、被加工物を置き、電界を加えることにより、化学的作用と物理的作用とを同時に生起させて特定の物質のみエッチングするものである。

#### 【0007】

原理的には、マスクに覆われていない被加工物の表面に垂直に入射するイオンによるスパッタリング作用、蒸発作用という物理的作用によって、また、プラズマ中で発生したエッチングガスのイオン、ラジカルなどの化学的活性種が被加工物の表面に衝突あるいは吸着し、被加工物と化学反応を起こし、低い結合エネルギー

ギーを持つ表面反応層が形成されるという化学的作用によって生じた揮発性の高い生成物が脱離することにより進行しているものと考えられている。

【 0 0 0 8 】

本願の発明者は、前記特開平 1 1 - 9 2 9 7 1 号の中で、最も望ましい物質として提案されている T i を用いて研究を進め、本発明のドライエッチングが主にスパッタリングにより進行していると考えられることを見出だした。

【 0 0 0 9 】

N i F e や F e 等の磁性材料のエッチングにおいて、エッチング速度を保ちながらマスクとの選択比（磁性材料のエッチング速度／マスクのエッチング速度）を大きくすることは一般的に難しいとされているにもかかわらず、エッチングガスに一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスを用い、T i をマスク材にすると特異的に T i のエッチング速度が遅く、大きな選択比をとることができる（図 1）。

【 0 0 1 0 】

本願発明者はこれについて研究を進めた結果、以下の二つの効果が相乗されてこのような結果がもたらされるものであることが分かった。

【 0 0 1 1 】

第一の効果は、被エッチング材である磁性材料と T i のスパッタ率の差である。

【 0 0 1 2 】

一般に C o 、 F e 、 N i といった磁性を示す金属と比較して T i のスパッタ率は低いことが知られている。例えば、A r イオン 5 0 0 e V でのスパッタ率は、C o が 1 . 2 、 F e が 1 . 1 又は 0 . 8 4 、 N i が 1 . 4 5 又は 1 . 3 3 であるのに対し、T i は、0 . 5 1 と低い。

【 0 0 1 3 】

すなわち、前述したようにスパッタリング作用が支配的になっていると考えられるドライエッチングにおいて、T i が特異的に大きな選択比をとることができるのは、第一に、磁性を示す金属と比較して T i のスパッタ率が低いということによるものと考えられる。

## 【 0 0 1 4 】

したがって、被エッチング材料が磁性材料である場合、前述したようにスパッタリング作用が支配的となるドライエッチングにおいて、高い選択比を確保するには、前記のTiのように被エッチング材料に比べてスパッタ率の小さい材料をマスク材としてまず採用することが重要である。

## 【 0 0 1 5 】

磁性材料のエッチングにおいて、エッチングガスに一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスを用い、Tiをマスク材にすると、特異的にTiのエッチング速度が遅く、大きな選択比をとることができるという結果をもたらす第2の効果は、以下に説明するように、プラズマ化した一酸化炭素ガスと含窒素化合物ガスの混合ガスにより、マスク材のTiがより安定な状態に改質されることである。

## 【 0 0 1 6 】

本願発明者が、Tiのエッチング速度が遅いことを更に調べたところ、図2図示のように、エッチングガスが、含窒素化合物のガス（NH<sub>3</sub>ガス、N<sub>2</sub>ガス）だけの場合よりも、一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスの場合の方が特にエッチング速度が遅く、大きな選択比がとれることが分かった。

## 【 0 0 1 7 】

また、図1、図2に示された実験結果より、NH<sub>3</sub>ガスの流量比が大きくなるほど、つまり、一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスにおけるCOガスの流量比が小さくなるほど対Ti選択比が低下し（図1）、NH<sub>3</sub>ガスやN<sub>2</sub>ガスのみのように一酸化炭素（COガス）が全く入らない条件では対Ti選択比は低いことが分かった（図2）。

## 【 0 0 1 8 】

すなわち、エッチングガスが、一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスの場合に、対Ti選択比が高い（大きい）のは、一酸化炭素（COガス）が多いほど、磁性材料であるNiFeと比較してTiのエッチング速度が低下しているためと考えられる。

## 【 0 0 1 9 】

更に、本願発明者の実験によれば、あまりイオン入射エネルギーが違わない条



件、例えば、図1の実験結果が得られた条件の下では、 $\text{SiO}_2$ のエッチング速度は、 $\text{NiFe}$ や $\text{Fe}$ といった磁性膜と同じような挙動を示す。このことから、一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスにおいて対 $\text{Ti}$ 選択比が高くなるのは、磁性材料のエッチング速度が極めて高いからではなく、むしろ $\text{Ti}$ のエッチング速度が一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスにおいて小さいためであるということが考えられる。

#### 【0020】

そこで、発明者は、一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスの場合に、対 $\text{Ti}$ 選択比が高く（大きく）なるのは、 $\text{Ti}$ 表面の変質と考え、エッチングガスとして一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスを使用したドライエッチング処理後の $\text{Ti}$ 膜の深さ方向のXPS（X-ray photoelectron spectroscopy）分析を行った。その結果、エッチング処理後の $\text{Ti}$ 膜は、表面近傍数 $\text{nm}$ 程度が高濃度に窒化し、また全体的に炭化していることが確認できた。

#### 【0021】

すなわち、一酸化炭素と含窒素化合物との混合ガスをエッチングガスとして使用する場合に $\text{Ti}$ 膜のエッチング速度が低下するのは、マスク材として用いられている $\text{Ti}$ の炭化と、窒化の2つが関与し、プラズマ状態にある一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスであるエッチングガスにより、マスク材である $\text{Ti}$ 膜が窒化物、あるいは炭化物となり、化学的あるいは構造的により安定になることで、スパッタ率が更に減少したためであると考えられた。

#### 【0022】

そこで、前記の $\text{Ti}$ のように被エッチング材料に比べてスパッタ率の小さい材料であることの他に、窒化物、又は炭化物を形成したときにより化学的、あるいは構造的な安定性を示す物性として、原子間のエネルギーに関係すると考えられる融点、あるいは沸点に注目し、周期律表の $\text{IV} \sim \text{VI}$ 族の金属の中で、単体金属のときよりも窒化物あるいは炭化物に変化したときに、融点あるいは沸点が上昇する金属材料であることが高い選択比を持つためのもう一つの条件であると推測し、この発明を完成させた。

## 【 0 0 2 3 】

## 【発明の実施の形態】

この発明が提案するドライエッチング用マスク材は、一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとして使用し磁性材料をドライエッチングする際のマスク用材料において、当該材料が窒化物あるいは炭化物に変化したときに融点又は沸点が上昇する金属からなることを特徴とするものである。

## 【 0 0 2 4 】

前記における金属は、具体的には、タンタル (T a)、タングステン (W)、ジルコニウム (Z r)、ハフニウム (H f) のいずれかとすることができる。

## 【 0 0 2 5 】

これらいずれの金属も、下記の表 1 の通り、磁性を示す金属と比較してスパッタ率が低く、かつ、単体金属より窒化物あるいは炭化物になったときに融点又は沸点が上昇するものであり、一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとして用いるドライエッチングにおいて、N i F e や C o F e 等の磁性材料に対して高い選択比を示す傾向があり、磁性材料に対するドライエッチング用マスク材として良好である。

## 【 0 0 2 6 】

【表 1】

【表 1】

	融点 (°C)	沸点 (°C)	スパッタ率(Arイオン 500eV)
T i	1 6 6 0 ± 1 0	3 2 8 7	0. 5 1
T i C	3 1 4 0 ± 9 0	4 8 2 0	—
T i N	2 9 3 0	—	—
T a	2 9 9 6	5 4 2 5 ± 1 0 0	0. 5 7
T a C	3 8 8 0	5 5 0 0	—
T a N	3 3 6 0 ± 5 0	—	—
W	3 4 1 0 ± 2 0	5 6 6 0	0. 5 7
W C	3 8 7 0 ± 5 0	6 0 0 0	—
W N <sub>2</sub>	above 4 0 0	—	—
Z r	1 8 5 2 ± 2	4 3 7 7	0. 6 5
Z r C	3 5 4 0	5 1 0 0	—
Z r N	2 9 8 0 ± 9 0	—	—
H f	2 2 2 7 ± 2 0	4 6 0 2	0. 7 0
H f C	ca 3 8 9 0	—	—
H f N	3 3 0 5	—	—

なお、前記表 1 における融点と沸点は、「CRC Handbook of Chemistry and Physics」(Editor-in-Chief: Robert C. Weast, CRC Press, Inc. (1988)) による。また、スパッタ率は、「薄膜作成の基礎 (第 3 版)」(麻蒔 立男 日刊工業新聞社) による。

【0027】

前記の金属中、特に、T a は、以下の理由から TMR 素子を構成する磁性材料に対するドライエッチング用マスク材として有効である。

【0028】

図 3 は、TMR 用の磁性膜を構成する N i F e 膜、C o F e 膜の T a に対する

選択比を測定したものであるが、C o F e 膜の T a に対する選択比は 1 0 倍以上となっており、T a を N i F e 膜、C o F e 膜などの磁性材料をエッチングする際のマスク材として採用し得ることが確認できる。

## 【 0 0 2 9 】

一方、T M R 素子を構成する磁性薄膜は、素子として酸化による特性劣化を防ぎ化学的安定性等を確保するために、その表面に保護膜と呼ばれる導電性を有する非磁性の薄膜が形成されており、この保護膜には、通常 T a が使用されている。T a が保護膜として使用される理由は、T a が保護膜としての安定性を有する他に、T a 膜を下地膜とした場合、その上に積層して形成される N i F e 等の、素子として重要な働きをする磁性膜が好ましいとされる配向面で成長するからである。

## 【 0 0 3 0 】

そこで、この発明が提案するドライエッチング用マスク材として T a を用いることにより、T M R 素子の微細加工を行う過程において、T M R 素子の保護膜として形成される T a がマスクとして使用されているので、T M R 素子の微細加工終了後にマスクを除去する必要がなくなり、これをそのまま残して保護膜として使用できる。

## 【 0 0 3 1 】

すなわち、この発明が提案するドライエッチング用マスク材として良好な磁性膜形成に必要な下地膜でもある T a を用いると、マスクに用いられた T a が T M R 素子の構成要素（保護膜）となるので、エッチング終了後にマスクを除去する工程が不要になり、生産工程の短縮化、簡略化につながり、マスク用としてだけ別の材料を用意する必要がなくなり、設備、材料に関わるコストの削減を図ることができる。

## 【 0 0 3 2 】

なお、前記において、反応性ガスとして用いる一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスにアルゴン（A r）、ヘリウム（H e）、キセノン（X e）、クリプトン（K r）、ネオン（N e）等の第三のガスを添加ガスとして添加してもよい。これらの第三のガスを添加することにより、前述の一酸化炭素と含窒素化合物の混

合ガスを希釈し、過度のガスの解離やエッチング生成物の再解離、再付着をコントロールすることができる。

### 【0033】

ただし、図4に示すように、一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスに対するArガスの添加量が大きいほど対Ti選択比は小さくなり、この傾向は、本発明において採用している単体金属より窒化物あるいは炭化物に変化したときに融点又は沸点が上昇する金属(Ta、W、Zr、Hf)においても示されるので、Arガスのような前述した第三のガスを一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスに添加する場合、その添加量は80%以下とすることが望ましい。

### 【0034】

#### 【実験例】

一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとして使用し磁性材料をドライエッチングする際のマスク用材料として本発明が提案するタンタル(Ta)を採用した場合について、TMR素子に対して、図5に示すようなヘリコン波プラズマ源搭載のエッチング装置を用いてエッチングを行った。

### 【0035】

図6にTMR素子の基本的な構造を示す。

### 【0036】

TMR素子を特徴付けるTMR構造は、膜厚が1nmの絶縁層である $Al_2O_3$ 膜を挟んで、ピン層( $Al_2O_3$ の上層)とフリー層( $Al_2O_3$ の下層)と呼ばれる2つのCoFeからなる強磁性層(膜厚は、ピン層が5nm、フリー層が10nm)と、ピン層の上層で反強磁性層のFeMn(膜厚20nm)からなる。なお、ここでは、TMR素子の基本原理、動作の説明は省略する。

### 【0037】

更に、生産工程中、大気と接する最上層には、TMR素子の保護層であり、かつ、絶縁層である $Al_2O_3$ を含めた磁性層のドライエッチング用のマスクでもあるTaが積層している。Taは、ドライエッチング後、保護層としての膜厚を確保させるため、エッチング前は9nmの膜厚に積層される。保護層(Ta)、反強磁性層(FeMn)、強磁性層(CoFe)、絶縁層( $Al_2O_3$ )は、一

般的にはスパッタリングで順次形成される。

【 0 0 3 8 】

まず、図 6 (a) 図示の構成の TMR 素子に対して、 $\text{SF}_6$  ガスを用いて、PR をマスクとして、Ta 膜をエッチングし、図 6 (b) 図示のように形成された Ta 膜を絶縁層である  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を含めた磁性層 (FeMn、CoFe) のマスクとした。このプロセスは以下のように行った。

【 0 0 3 9 】

図 5 図示の真空容器 2 内を排気系 2 1 によって排気し、不図示のゲートバルブを開けて図 6 (a) 図示の構成の TMR 素子となる TMR 膜を積層したウェーハ 9 を真空容器 2 内に搬入し、対象物ホルダー 4 に保持し、温度制御機構 4 1 により所定温度に維持した。次に、ガス導入系 3 を動作させ、図 5 には不図示の  $\text{SF}_6$  ガスを溜めているボンベから不図示の配管、バルブ、流量調整器を介して、所定の流量のエッチングガス ( $\text{SF}_6$ ) を真空容器 2 内へ導入する。導入されたエッチングガスは、真空容器 2 内を経由して誘電体壁容器 1 1 内に拡散する。ここで、プラズマ源 1 を動作させる。プラズマ源 1 は、真空容器 2 に対して内部空間が連通するようにして気密に接続された誘電体壁容器 1 1 と、誘電体壁容器 1 1 内にヘリコン波を誘起する 2 ターンのアンテナ 1 2 と、アンテナ 1 2 に不図示の整合器を介して伝送路 1 5 によって接続され、アンテナ 1 2 に供給する高周波電力 (ソース電力) を発生させるプラズマ用高周波電源 1 3 と、誘電体壁容器 1 1 内に所定の磁界を生じさせる電磁石 1 4 等とから構成されている。プラズマ用高周波電源 1 3 が発生させた高周波が伝送路 1 5 によってアンテナ 1 2 に供給された際に、2 ターンのアンテナ 1 2 に互いに逆向きの電流が流れ、この結果、誘電体壁容器 1 1 の内部にヘリコン波が誘起される。このヘリコン波のエネルギーがエッチングガスに与えられてヘリコン波プラズマが形成される。なお、真空容器 2 の側壁の外側には、多数の側壁用磁石 2 2 が、真空容器 2 の側壁を臨む面の磁極が隣り合う磁石同士で互いに異なるように周方向に多数並べて配置され、これによってカスプ磁場が真空容器 2 の側壁の内面に沿って周方向に連なって形成され、真空容器 2 の側壁の内面へのプラズマの拡散が防止されている。この時、同時に、バイアス用高周波電源 5 を作動させて、エッチング処理対象物であるウェ

ーハ9に負の直流分の電圧であるセルフバイアス電圧が与えられ、プラズマからウェーハ9の表面へのイオン入射エネルギーを制御している。前記のようにして形成されたプラズマが誘電体壁容器11から真空容器2内に拡散し、ウェーハ9の表面付近にまで達する。この際、ウェーハ9の表面がエッチングされる。

## 【0040】

なお、以上の $\text{SF}_6$ を用いたPRマスクによるTa膜のエッチングプロセスは、エッチングガス( $\text{SF}_6$ )の流量： $326\text{mg}/\text{min.}$  ( $50\text{sccm}$ )、ソース電力： $1000\text{W}$ 、バイアス電力： $100\text{W}$ 、真空容器2内の圧力： $0.5\text{Pa}$ 、ウェーハ9の温度： $50^\circ\text{C}$ で行った。

## 【0041】

次に、COガスと $\text{NH}_3$ ガスとの混合ガスをエッチングガスとして用いて、前記のプロセスによって形成されたTaマスクで磁性膜をエッチングした。

## 【0042】

このプロセスも、図5図示のヘリコン波プラズマ源搭載のエッチング装置を用いて行うものであるが、前記のプロセスにおいて、図示しないガス導入系を動作させて $\text{SF}_6$ ガスをエッチングガスとして真空容器2内へ導入したプロセスを、ガス導入系3を動作させて、図5図示のCOガスを溜めているボンベ31a及び $\text{NH}_3$ ガスを溜めているボンベ31bから、配管32、バルブ33、流量調整器34を介して、所定の混合比及び流量のエッチングガス(COガス及び $\text{NH}_3$ ガスの混合ガス)を真空容器2内へ導入するプロセスに変更し、他は、前述のプロセスと同様にエッチングを行い、図6(c)図示のTMR素子を得た。

## 【0043】

このTa膜マスクによる磁性膜のエッチングプロセスは、エッチングガスの流量：COガス： $12.5\text{mg}/\text{min.}$  ( $10\text{sccm}$ )、 $\text{NH}_3$ ガス： $22.8\text{mg}/\text{min.}$  ( $30\text{sccm}$ )、ソース電力： $3000\text{W}$ 、バイアス電力： $1200\text{W}$ 、真空容器2内の圧力： $0.8\text{Pa}$ 、ウェーハ9の温度： $100^\circ\text{C}$ で行ったものである。

## 【0044】

以上のプロセスにてTMR素子をエッチングしたところ、パターン側壁への付

着膜は発生しなかった。

【0045】

一方、TMR素子をArガスを用いてPRマスクでエッチングしたところ、パターン側壁に付着膜が生じていた。

【0046】

この結果、図3に示すように、一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとして使用し、TMR素子を構成する磁性材料をドライエッチングする際のマスク用材料としてTiと同等以上のエッチング性能(CoFeエッチング速度: 63.1 nm/min.、Taエッチング速度: 5.7 nm/min.、選択比(対CoFe): 11)が得られ、エッチング後、膜厚5 nmの保護膜としてTa膜をそのまま残した。

【0047】

更に、Taをマスク材として用いると、ドライエッチングにより発生する反応生成物に起因するパターン側壁への付着物が低減されるため、テーパ角も大きく、パターン側壁への付着物の少ないエッチングを行えることが示された。

【0048】

以上、この発明の好ましい実施の形態、実験例を説明したが、本発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載から把握される技術的範囲において、種々の形態に変更可能である。

【0049】

例えば、一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとし、本発明が提案するTa等の金属を、TMR素子を構成する磁性薄膜のドライエッチング用のマスク材として用いる場合、TMR素子の構成は、図6図示の構成に限定されるものではない。

【0050】

また、前記実験例では、エッチング装置としてヘリコン波プラズマ源搭載のエッチング装置を用いたが、エッチング装置はこれに限られるものではなく、平行平板型RIE、マグネトロンRIE、ECR、ICPなどを用いることができる。



【 0 0 5 1 】

【発明の効果】

この発明によれば、TMR膜を構成するNiFeやCoFeのように数nm程度の薄い磁性膜の微細加工に適したドライエッチング用のマスク材、更に、このようなマスク材であって、なおかつ、TMR素子の生産工程の簡略化、設備、材料に関わる製造コストの低減を図ることのできるドライエッチング用のマスク材を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスにおけるエッチング速度の実験結果を表すグラフ。

【図2】

NiFeエッチング速度と対Ti選択比の反応性ガスによる相違を表すグラフ。

【図3】

TMR素子用磁性膜のCO/NH<sub>3</sub>エッチング特性を表すグラフ。

【図4】

エッチング速度と対Ti選択比のArガス添加量依存度を表すグラフ。

【図5】

本発明のTaマスクでCO+NH<sub>3</sub>ガスを用いて磁性膜のエッチングを行う際に使用できるエッチング装置の概略構成図。

【図6】

本発明のTaマスクを用いてTMR素子のエッチングを行う際のプロセスを表す図であって、

- (a) は、プロセス開始前の断面概略図、
- (b) は、PRをマスクとしてTa膜をエッチングした状態の断面概略図、
- (c) は、Taマスクで、磁性膜をエッチングした状態の断面概略図。

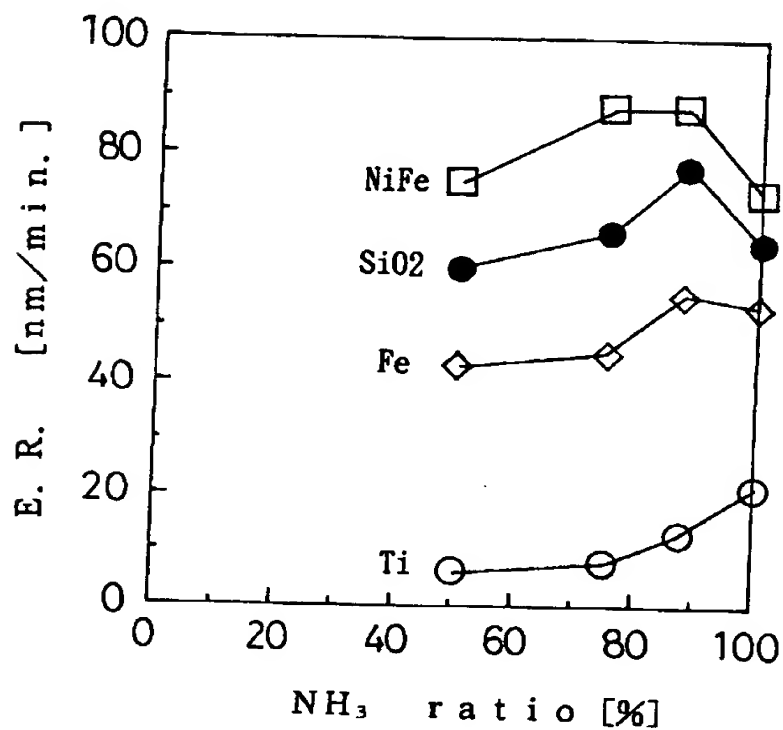
【符号の説明】

- 1 プラズマ源

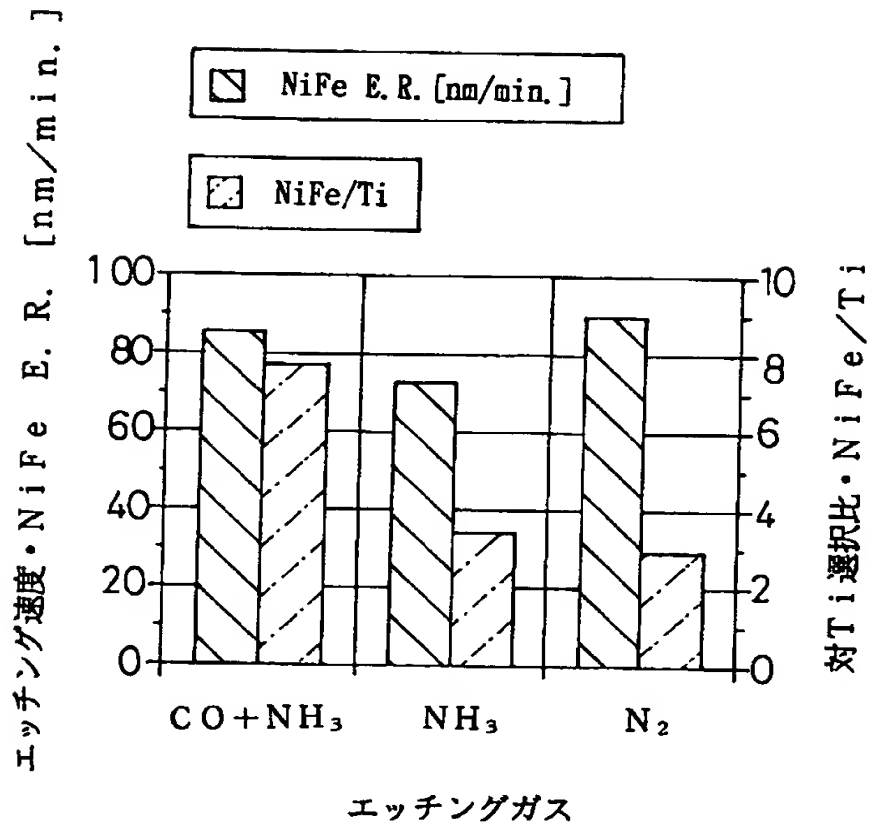
- 2 真空容器
- 3 ガス導入系
- 4 対象物ホルダー
- 5 バイアス用高周波電源
- 9 ウェーハ
- 1 1 誘電体壁容器
- 1 2 アンテナ
- 1 3 プラズマ用高周波電源
- 1 4 電磁石
- 1 5 伝送路
- 2 1 排気系
- 2 2 側壁用磁石
- 3 1 a、3 1 b ポンベ
- 3 2 配管
- 3 3 バルブ
- 3 4 流量調整器
- 4 1 温度制御機構

【書類名】 図面

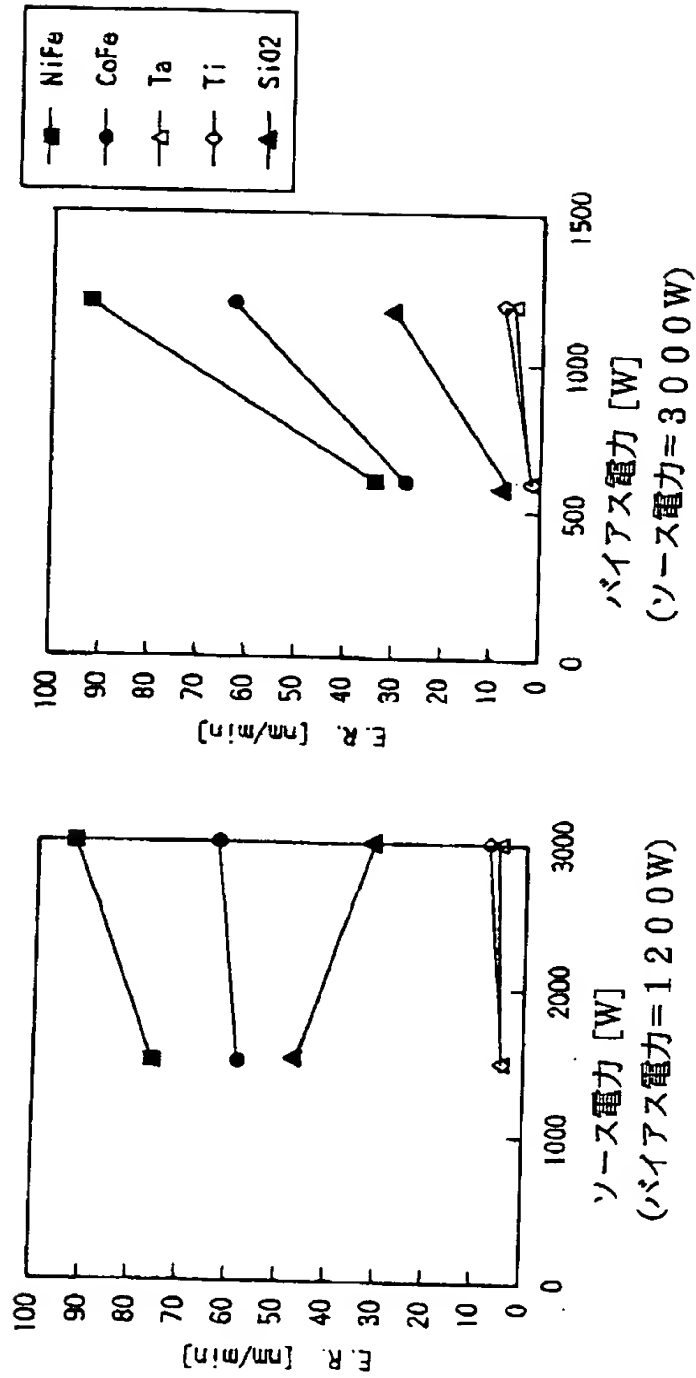
【図 1】



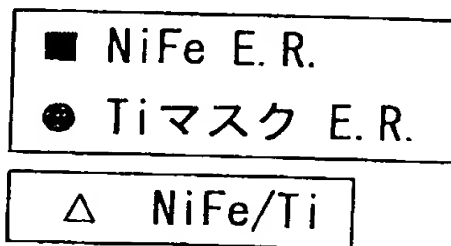
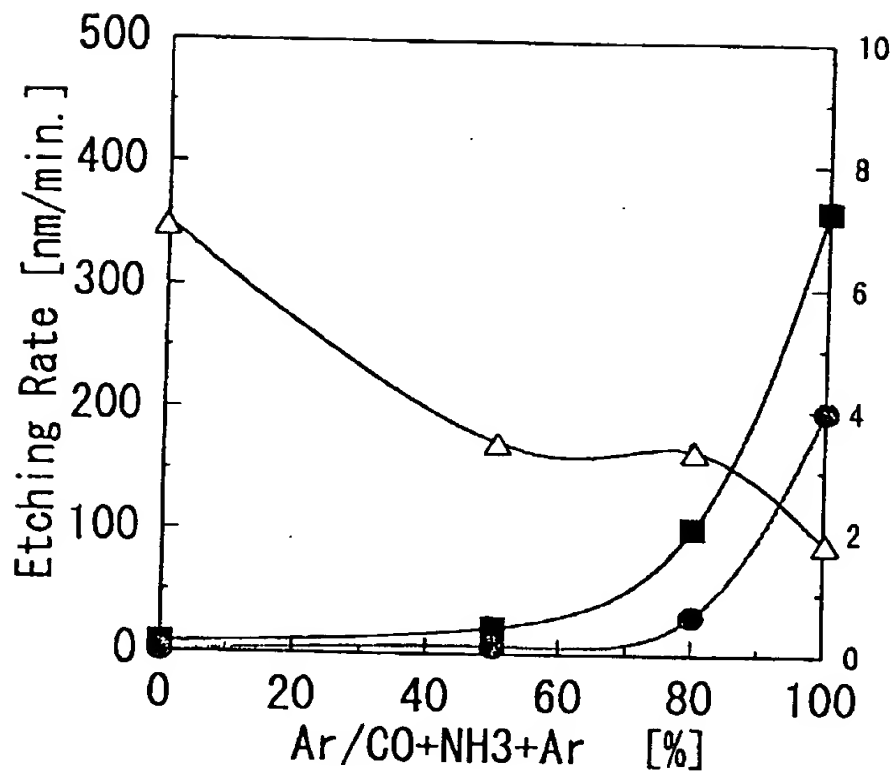
【図 2】



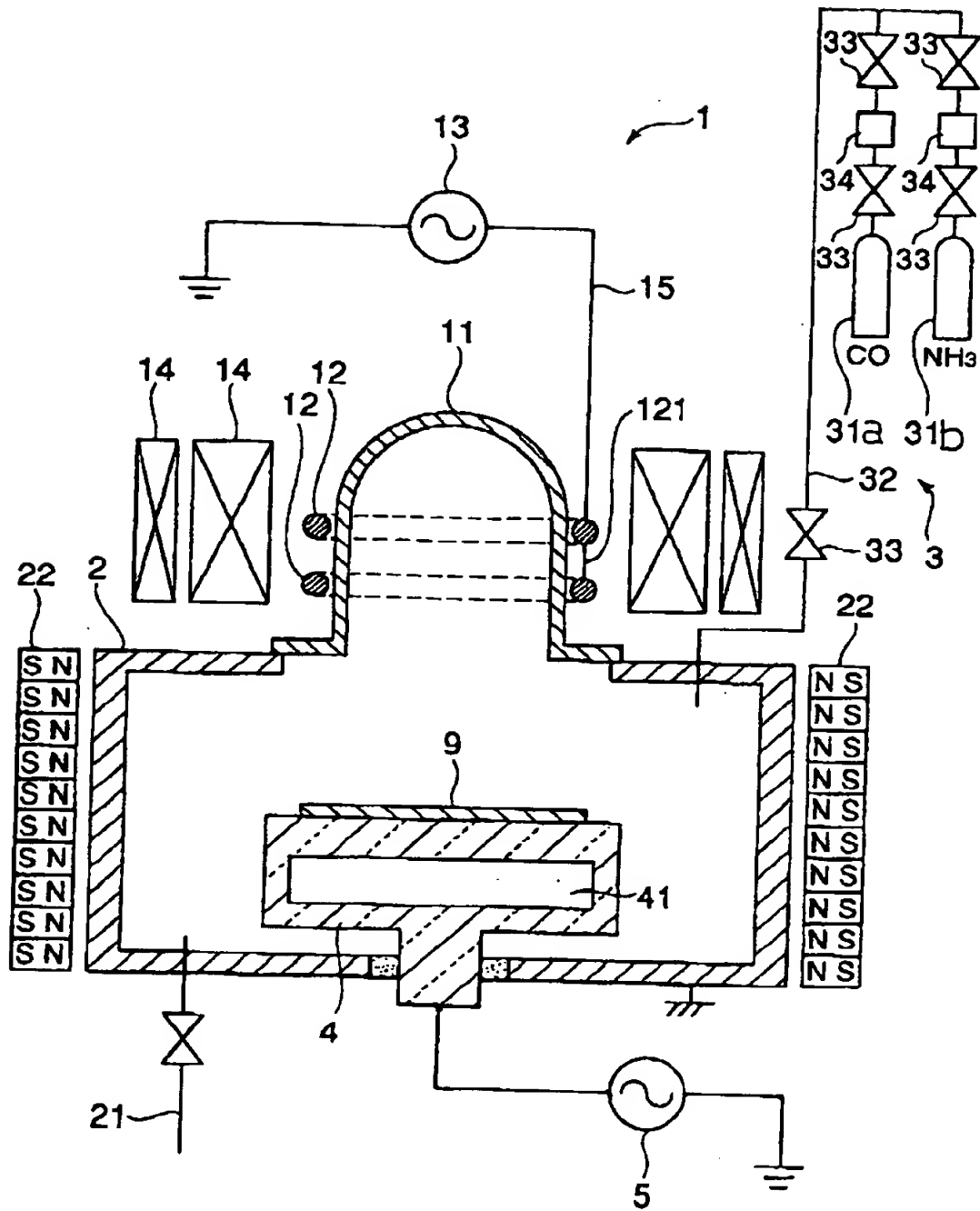
【図 3】



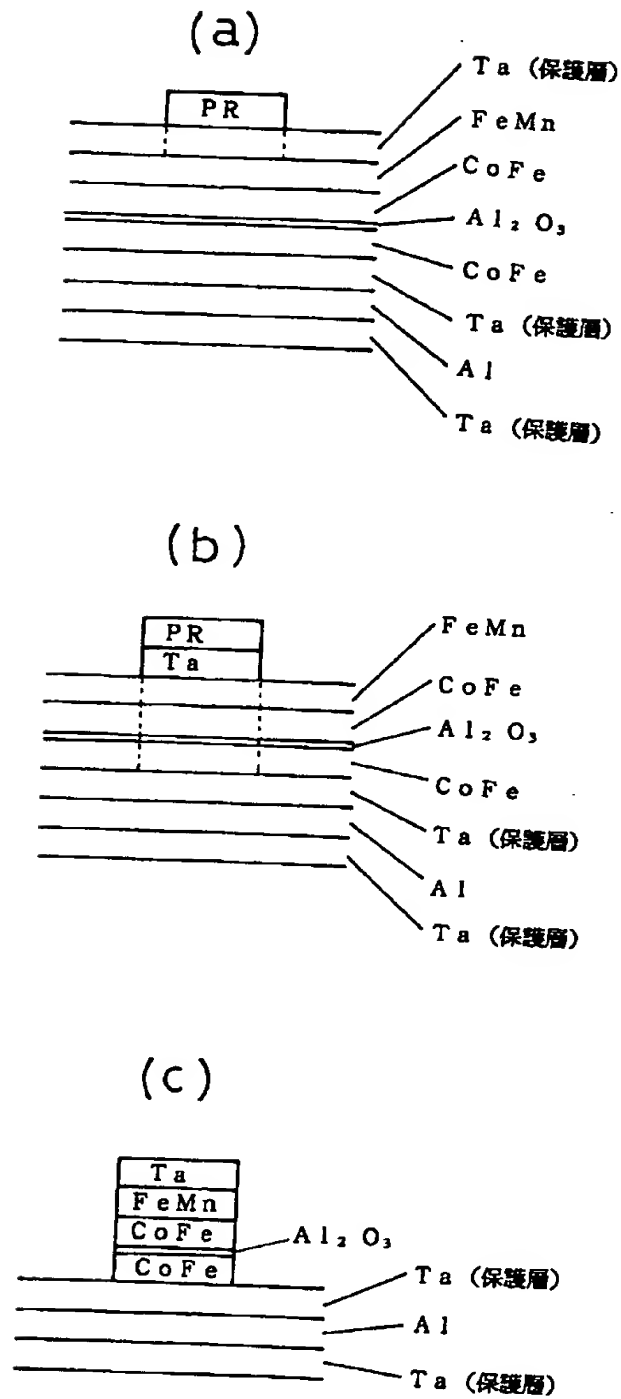
【図 4】



【図 5】



【図6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 TMR膜を構成するNiFeやCoFeのように数nm程度の薄い磁性膜の微細加工に適したドライエッチング用のマスク材、更に、このようなマスク材であって、なおかつ、TMR素子の生産工程の簡略化、設備、材料に関わる製造コストの低減を図ることのできるドライエッチング用のマスク材を提供する。

【解決手段】 一酸化炭素と含窒素化合物の混合ガスをエッチングガスとして使用し磁性材料をドライエッチングする際のマスク用材料において、当該材料が窒化物あるいは炭化物に変化したときに融点又は沸点が上昇する金属（タンタル、タングステン、ジルコニウム、ハフニウムのいずれか）からなることを特徴とするドライエッチング用マスク材によって課題を解決した。

【選択図】 図6

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）  
【提出日】 平成13年 1月10日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2000-224248  
【承継人】  
    【識別番号】 301000033  
    【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目2番1号  
    【氏名又は名称】 文部科学省金属材料技術研究所長 岡田雅年  
    【連絡先】 部署名 企画室 担当者 大場 清  
                電話番号 0298-59-2041  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 証明書 1  
    【援用の表示】 平成3年 特許願 第191067号  
【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-224248
受付番号	50100020913
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	仲村 百合子 1730
作成日	平成13年 2月20日

<認定情報・付加情報>

【承継人】	申請人
【識別番号】	301000033
【住所又は居所】	茨城県つくば市千現一丁目2番1号
【氏名又は名称】	文部科学省金属材料技術研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[390002901]

1. 変更年月日 1995年 8月 4日

[変更理由] 住所変更

住 所 茨城県つくば市千現一丁目2番1号  
氏 名 科学技術庁金属材料技術研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 6 0 2 0 8 0 0 ]

1. 変更年月日 1 9 9 8 年 2 月 2 4 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号  
氏 名 科学技術振興事業団

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号                    [ 0 0 0 2 2 7 2 9 4 ]

1. 変更年月日	1 9 9 5 年 1 1 月 2 4 日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号
氏 名	アネルバ株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301000033]

1. 変更年月日	2001年 1月 4日
[変更理由]	新規登録
住 所	茨城県つくば市千現一丁目2番1号
氏 名	文部科学省金属材料技術研究所長